

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <b>B29C 65/16</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/51421</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. Oktober 1999 (14.10.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/01296			(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. Februar 1999 (27.02.99)			
(30) Prioritätsdaten: 198 15 439.9 7. April 1998 (07.04.98) DE			
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE S.A. [CH/CH]; 70, avenue Général-Guisan, CH-1009 Pully (CH).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MARTIN, Peter, Josef [DE/DE]; Hessenring 14a, D-65205 Wiesbaden (DE). PÜTZ, Heidrun [DE/DE]; Kullenhofwinkel 36a, D-52074 Aachen (DE). TREUSCH, Hans, Georg [DE/DE]; Steppenbergallee 94, D-52074 Aachen (DE).			
(74) Anwälte: WEBER, Dieter usw.; Gustav-Freytag-Strasse 25, D-65189 Wiesbaden (DE).			Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: METHOD FOR WELDING LAMINATE-LIKE PACKAGING MATERIALS

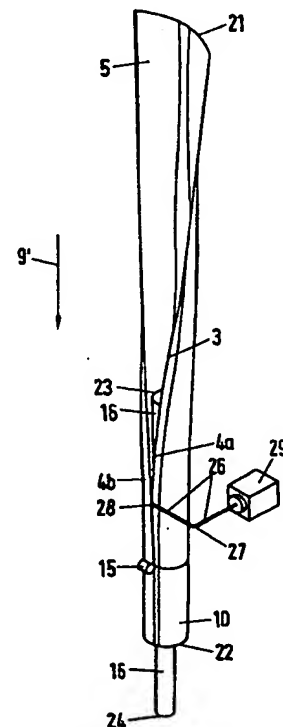
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM VERSCHWEISSEN VON LAMINATFÖRMIGEN VERPACKUNGSMATERIALIEN

(57) Abstract

The invention relates to a method for welding laminate-like packaging materials (4a, 4b, 5) which have a plastic material on the surfaces to be joined by welding, without contacting said surfaces with welding tools. To be able to interrupt the welding abruptly and resume it thereafter without spoilage, whereby the thermal energy required to provide the welding temperature is preferably generated by economically feasible means, the invention provides for a laser beam to be used as welding energy. The laser beam preferably has a constant output power and the surfaces to be welded are moved in the form of packaging material webs (5) in relation to the fixed point of incidence where the laser beam strikes the at least one material web.

(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird ein Verfahren zum Verschweißen von laminatförmigen Verpackungsmaterialien (4a, 4b, 5), die auf den miteinander zu verschweißenden Oberflächen Kunststoff aufweisen, ohne Berührung der Oberflächen mit Schweißwerkzeugen. Damit man das Verschweißen abrupt unterbrechen und ohne Erzeugung von Ausschuß danach wieder fortsetzen kann, wobei vorzugsweise die Wärmeenergie zur Erzeugung der Schweißtemperatur mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand erzeugt wird, sieht die Erfindung vor, eine Laserstrahlung als Schweißenergie zu verwenden, wobei die Laserstrahlung vorzugsweise eine kontinuierliche Ausgangsleistung hat und die zu verschweißenden Oberflächen als Verpackungsmaterialbahnen (5) relativ zu der ortsfesten Auftreffstelle der Laserstrahlung auf die wenigstens eine Materialbahn bewegt werden.



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

### Verfahren zum Verschweißen von laminatförmigen Verpackungsmaterialien

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verschweißen von laminatförmigen Verpackungsmaterialien, die auf den miteinander zu verschweißenden Oberflächen Kunststoff aufweisen, ohne Berührung der Oberflächen mit Schweißwerkzeugen.

Es sind Packungsmaschinen zur Herstellung von Flüssigkeitspackungen, insbesondere zum Verpacken flüssiger Lebensmittel, wie zum Beispiel Milch, Saft und dergleichen, bekannt, bei denen ein Verfahren der eingangs genannten Art eingesetzt wird. Zur Herstellung und zum Befüllen und Verschließen solcher Fließmittelpackungen ist es bekannt, als Verpackungsmaterialien bahnförmige Lamine zu verwenden, bei denen Papier als Trägermaterial dient, welches auf beiden Oberflächen der Laminatbahn mit Kunststoff beschichtet ist. Von einer Rolle wird diese Verpackungsbahn mit intermittierendem Vorschub (für die Herstellung der Siegelnähte) abgezogen, zu einem Tubus geformt, bei welchem die Ränder überlappend zur Bildung der Längssiegelnaht miteinander verschweißt werden. Dieses Verschweißen erfolgt mittels Heißluft, welche berührungslos die Verpackungsbahn an dem einen zu verschweißenden Rand auf Schweißtemperatur von etwa 120° - 150° erwärmt. Die so erweichte Kunststoffbeschichtung erzeugt durch Andruck auf den anderen Rand der Packungsbahn eine Längssiegelnaht unter Bildung eines flüssigkeitsdichten Tubus. Dieser wird nachfolgend gefüllt, querversiegelt und endgeformt.

Das Verschweißen der Längsnaht mittels Heißluft erfolgt unmittelbar vor dem Befüllen der Packung. Ein längliches Heizelement bläst Heißluft über eine bestimmte Länge des Vorschubes direkt auf die Materialbahn, wobei mit Nachteil dieser Luftstrahl diffundiert und die Umgebung derart aufheizt, daß der weitaus überwiegende Teil der erzeugten Wärme als Verlustwärme

verlorengeht und die Effizienz dieses Schweißverfahrens bei nur etwa 2% liegt.

Die Verwendung von Heißluft als Energieträger erfordert mit weiterem Nachteil eine ausreichende Vorwärmphase der Maschine bei anlaufender Produktion. Jeder Zwischenhalt der Packungsmaschine führt aufgrund der trägen Steuerung der Energieeinbringung durch Heißluft zu fehlerhaften Packungen, weil der Tubus nicht eine ausreichend feste Längssiegelnaht erhielt. Die Naht platzt auseinander, und das flüssige Lebensmittel tritt innerhalb der Maschine aus der Packung aus und bedingt unerfreuliche Verschmutzungen. Bis ein stabiler Betriebszustand mit einwandfrei flüssigkeitsdichten Packungen erreicht ist, wird beim Verschweißen mittels Heißluft eine lange Vorlaufzeit benötigt. Ein kurzzeitiges Ein- und Ausschalten einer derart betriebenen Packungsmaschine ist nur mit erheblichen Verlusten möglich. Diese Probleme eskalieren erst recht im Falle einer aseptischen Verpackung. Die Verhältnisse der erwähnten Vorlaufzeit und dergleichen sind außerdem nicht reproduzierbar, weil die Umgebung der Schweißstelle von den Tages- und Jahreszeiten unterschiedlich warm ist. Auch das Alter einer Heißluftpatrone trägt zu der mangelhaften Reproduzierbarkeit beim Ein- und Ausschalten der Maschine bei.

Es sind auch andere Verfahren zum Verschweißen von laminatförmigen Verpackungsmaterialien der eingangs genannten Art bekannt, bei denen zum Beispiel in einer Packungsmaschine der vorstehend beschriebenen Art die Quersiegelnaht mit Hilfe von Induktionswärme hergestellt wird. Der Hauptnachteil dieses Schweißverfahrens besteht darin, daß das Verpackungsmaterial eine Metallschicht für die Erzeugung von Induktionswärme aufweisen muß. Hier wird bei herkömmlichen Verpackungen häufig Aluminium verwendet. Materialien ohne diese Aluminiumschicht können aber nicht mit dem Induktionsverfahren verschweißt werden. Mit weiterem Nachteil wird mit dem Induktionsverfahren die Energie nicht auf direktem Wege eingebracht, und die Dichtenergie ist in einem Punkt im Millimeterbereich nicht hoch genug, so daß - ähnlich wie bei dem Erwärmen mittels Heißluft - die Energie über eine bestimmte Länge der Verpackungsmaterialbahn eingebracht wird. Bei kurzzeitigem Ein- und Abschalten (Kurzstop) ergibt sich hier wieder je nach der Länge der Energieeinbringung mit Nachteil erheblicher Ausschuß.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das eingangs erwähnte Verfahren zum Verschweißen von laminatförmigen Verpackungsmaterialien derart auszugestalten, daß es abrupt unterbrochen und ohne Erzeugung von Ausschuß danach wieder fortgesetzt werden kann, wobei vorzugsweise die Wärmeenergie zur Erzeugung der Schweißtemperatur mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand erzeugt wird.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt erfindungsgemäß durch die Verwendung einer Laser-

strahlung als Schweißenergie. Die Laserstrahlung kann abrupt ein- und ausgeschaltet werden, wobei die Temperatur des zu erwärmenden Kunststoffes auf der Oberfläche des Verpackungsmaterialies ebenso abrupt wieder die Schmelztemperatur erreicht, wie der Laser eingeschaltet wird. Dadurch entstehen durch die bisweilen unvermeidlichen Unterbrechungen bei Verpackungsherstellungsmaschinen keine Löcher oder unverschweißte Randbereiche des Packungstubus, so daß mithin Ausschuß nach dem Anfahren einer zuvor abgeschalteten Packungsmaschine praktisch nicht erzeugt wird.

Infrage kommen als Verpackungsmaterialien mit Kunststoffen beschichtetes Papier als Trägermaterial, mit Kunststoff beschichtete Metallfolien und gegebenenfalls, wenngleich hier nicht bevorzugt ins Auge gefaßt, Kunststoffolien ohne andere Trägermaterialien. Laminatförmig sind die Verpackungsmaterialien durch die Beschichtung mit Kunststoff bzw. durch das Aufeinanderlegen unterschiedlicher Materialien der vorstehend erwähnten Art, zum Beispiel Metall mit Kunststoff, Papier mit Metall und Kunststoff usw. Die Verpackungsmaterialien können in Form von Platten, Bögen oder Bahnen vorliegen und in dieser Form mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auf den Seiten miteinander verschweißt werden, von denen wenigstens eine mit Kunststoff beschichtet ist. Schweißbacken oder dergleichen sind bei dem neuen Verfahren nicht notwendig, die Energie wird vielmehr direkt auf optischem Wege eingebracht mit dem Vorteil, daß auf diese Weise auch aseptische Packungen steril befüllt und verschlossen werden können. Eine einmal erzeugte Sterilität wird durch das Schweißverfahren gemäß der Erfindung nicht gestört.

Gegenüber dem bekannten Induktionsverfahren ist das erfindungsgemäße Schweißverfahren von in dem Laminat befindlichen Metallfolien unabhängig.

Die Strahlform und die Leistungsverteilung des Strahles an der Schweißstelle können so eingestellt werden, daß der Energiebedarf der die Schmelztemperatur erzeugenden Laser geringer als der bisher bekannten Wärmequellen ist. Wie nachfolgend noch ausführlicher erläutert wird, gelingt eine Verlustreduzierung durch den Einsatz von Lasern gegenüber dem Heißluftverfahren auf bis zu 50%.

Günstig ist es gemäß der Erfindung ferner, wenn die Laserstrahlung eine kontinuierliche Ausgangsleistung hat und die zu verschweißenden Oberflächen als Verpackungsmaterialbahnen relativ zu der ortsfesten Auftreffstelle der Laserstrahlung auf die wenigstens eine Materialbahn bewegt werden. Die Laserstrahlung kann mit einer derartigen Energiedichte auf wirtschaftlich vertretbare Weise hergestellt werden, daß auf diese Weise ein kontinuierlicher Betrieb einer Verpackungsmaschine gewährleistet ist. Durch den Einsatz von Lasern zur Erzeugung der die

Wärme an der Schweißstelle erzeugenden Energie vereinfacht sich das Schweißaggregat in der Gesamtmaschine. Dabei ist es bevorzugt, die Materialbahn mit gleichförmiger Vorschubgeschwindigkeit relativ zu der Auftreffstelle zu bewegen. Auf diese Weise kann man eine Längssiegelnaht kontinuierlich erzeugen und dadurch die Leistung der Packungsmaschine steigern. Setzt man die Laserleistung zu der Vorschubgeschwindigkeit der Materialbahn ins Verhältnis, dann kann man dieses als die Streckenenergie  $E$  definieren, die zum Beispiel in J/cm angegeben werden kann. Die Streckenenergie  $E$  charakterisiert den Schweißprozeß. Wählt man Vorschubgeschwindigkeiten etwa im Bereich zwischen 10 und 25 m/min, so hat man bei der hier betrachteten Laserstrahlung keine Verluste durch Wärmeleitung aus dem Bereich der Schweißnaht. Untersuchungen haben vielmehr gezeigt, daß der Zusammenhang zwischen der Laserleistung und der Vorschubgeschwindigkeit eine Steuerung oder auch Regelung beim Anfahren der Maschine nach einem vorübergehenden Anhalten ermöglicht. Besonders bevorzugt hat sich eine Vorschubgeschwindigkeit von 24 m/min für die Bewegung der Materialbahn an der ortsfesten Auftreffstelle der Laserstrahlung (Schweißstelle) herausgestellt.

Bei vorteilhafter weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird für die Erzeugung der Laserstrahlung zum Verschweißen der Verpackungsmaterialien wenigstens ein und vorzugsweise eine Gruppe von nebeneinander angeordneten Diodenlasern eingesetzt. Es hat sich gezeigt, daß die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Einwirkung der Laserstrahlung eine PE-Schicht, die jeweils die äußere Schicht des Verpackungslaminates bildet, aufgeschmolzen werden kann.

Grundsätzlich können entsprechend der vorstehend erwähnten Lehre, Laserstrahlung schlechthin als Schweißenergie zu verwenden, verschiedene Lasersysteme eingesetzt werden. Bekannt sind CO<sub>2</sub>-Laser, Nd:YAG-Laser und die erwähnten Diodenlaser, die grundsätzlich alle zur Erzeugung der notwendigen Schweißenergie verwendet werden können. CO<sub>2</sub>-Laser haben eine gute Strahleinkopplung und eine gute Bestrahlungsabsorption. Man muß für diese aber das Gas für den Betrieb des Lasers zur Verfügung stellen, den nicht unerheblichen Raumbedarf berücksichtigen und einen bisweilen hohen Preis bezahlen; Nachteile, die bei manchen Anwendungen den Einsatz von CO<sub>2</sub>-Lasern ausschließen. Die Nd:YAG-Laser und Diodenlaser emittieren beide eine ähnliche Wellenlänge im nahen Infrarot. Sie haben außerdem den Vorteil, daß nicht unbedingt eine Spiegeloptik für die Strahleinkoppelung erforderlich ist. Der Wirkungsgrad von der elektrisch zugeführten Leistung zur optisch abgegebenen Leistung beträgt aber bei den Nd:YAG-Lasern nur 5%, während der Wirkungsgrad der Diodenlaser bei 45% liegt. Der erfindungsgemäß empfohlene Einsatz von Diodenlasern hat weder das Erfordernis, daß man ein zusätzliches Gas oder anderes Medium zum Betrieb des Lasers zur Verfügung stellen muß, und hat ferner den Vorteil, daß sie räumlich klein sind. Durch die Wellenlänge der von dem

Diodenlaser emittierten Strahlung ist auch der erreichte Absorptionskoeffizient annehmbar groß. Mit weiterem Vorteil erzeugt der Diodenlaser selbst bereits eine linienförmige Strahlung, die ersichtlich ohne Strahlformung einfacher als bei anderen Lasertypen in die Schweiß- bzw. Fügezone auf eine Linie übergeführt werden kann. Wenn die Laserstrahlung an ihrer Auftreffstelle auf die Oberfläche der Verpackungsmaterialbahn linienförmig ist, kann man ersichtlich bei Bewegen der Materialbahn senkrecht zu dieser Linie die Schweißnaht mit gewünschter Breite erzeugen, wobei die Länge der Linie die Schweißnahtbreite bestimmt.

Die linienförmig gebündelte Energie des Diodenlasers kann man Vervielfachen, wenn man anstelle eines Lasers eine Gruppe von Diodenlasern einsetzt. Es entsteht dadurch ein sogenanntes Lasermodule. Bei einer bevorzugten Ausführungsform besteht dieses aus zehn Hochleistungsdioden, die in einem Stapel zusammengefaßt sind und eine zehnfach höhere optische Strahlungsleistung erbringen. Bei einer Stromstärke von 50 A erreicht man auf diese Weise Strahlungsleistungen von 400 W.

Mittels einer Optik kann bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform die von den Dioden emittierte stark divergente Strahlung in vertikaler Richtung kollimiert werden. Die kollimierten Einzelstrahlen bilden ein Strahlenbündel, das durch geeignete optische Mittel zum Beispiel auf eine Linie von 0,8 x 8 mm fokussiert wird.

Setzt man bei einer vorteilhaften Ausführungsform eine Produktionsgeschwindigkeit einer bewegten Bahn von 24 m/min ein, dann kann man mit einer Laserleistung von über 400 W einen linienförmigen Strahl an der Schweißstelle erreichen.

Sollte der Laserstapel in einer Entfernung von der Schweißstelle untergebracht sein, dann kann die Strahlungsenergie mittels Lichtleitfasern an die Schweißstelle herangebracht werden.

Vorteilhaft ist es gemäß der Erfindung auch, wenn die Laserstrahlung dem Verpackungsmaterial als Freistrahl mittels fester Optik über Fenster und/oder mittels Lichtwellenleiter zugeführt wird. In jedem Falle erfolgt das Zuführen berührungslos, und das Verpackungsmaterial wird in keiner Weise chemisch beeinträchtigt, weil keine Fremdstoffe mit der Schweißstelle in Berührung kommen. Ein Fenster hat dann einen großen Vorteil, wenn Verpackungsmaterialien in einem Reinraum oder einem sterilen Raum verschweißt werden sollen. Die Schweißenergie kann dann nämlich unproblematisch außerhalb des sterilen Raumes erzeugt und über das Fenster in den sterilen Raum eingekoppelt werden. Durch die erfindungsgemäße Lehre erhält man eine problemlose Strahlführung in das betreffende Maschinenelement hinein. Bei einem CO<sub>2</sub>-Laser ist die Strahlführung nicht ganz so günstig wie bei Einsatz eines Diodenlasers, denn es wird bei

dem CO<sub>2</sub>-Laser im allgemeinen ein Strahl mit rundem Querschnitt erzeugt, welcher in eine Linie umgeformt werden muß. Der Diodenlaser hingegen benötigt eine solche Strahlformung nicht, so daß die feste Optik vereinfacht werden kann mit dem Vorteil einer optimalen Handhabung.

Die Erfindung ist zweckmäßig weiter dadurch ausgestaltet, daß der Laserstrahl unter einem Einfallswinkel  $\neq 0^\circ$  auf die wenigstens eine Oberfläche des Verpackungsmaterials auftrifft. Um den für das Verschmelzen verwendeten Kunststoff auf Schmelztemperatur erwärmen zu können, muß die Energie der Laserstrahlung im Kunststoff absorbiert werden. Die Absorption ihrerseits ist von verschiedenen Faktoren abhängig: zum Beispiel von der Art des Mediums, im vorliegenden Falle also des Kunststoffes, in welchem die Laserstrahlung absorbiert werden soll. Jeder Kunststoff hat einen dem Material eigenen Absorptionskoeffizienten  $\alpha$ . Ferner hängt die Absorption von der Dicke des Materials, von der Wellenlänge  $\lambda$  der Laserstrahlung und von dem Einfallswinkel ab, unter welchem die Laserstrahlung auf die Oberfläche des Mediums trifft, im vorliegenden Fall also auf die Oberfläche des Kunststoffmaterials. Der absorbierte Anteil der Strahlung kann ausgedrückt werden als  $1 - e^{-\alpha z}$ .

Für die in Rede stehenden Kunststoffmaterialien als Beschichtung von Verpackungslaminaten werden unterschiedliche Dicken verwendet, die vorzugsweise im Bereich von 5 - 40  $\mu$  des vorzugsweise Polyethylen aufweisenden Kunststoffes liegen. Soll die Absorption in einer Kunststoffschicht der unteren Grenze absorbiert werden, d.h. auf einer Strecke von nur 5  $\mu$ m oder 7  $\mu$ m, was in der Praxis gängig ist, dann würde bei einem Einfallswinkel von  $0^\circ$ , d.h. also senkrecht auf die Oberfläche des Kunststoffes auftretende Laserstrahlung, eine ausreichende Absorption nicht erfolgen.

Zwar kann man bei der Auswahl des richtigen Lasersystems Laser finden, welche eine günstige Wellenlänge  $\lambda$  emittieren. Mit einem großen Absorptionskoeffizienten  $\alpha$  und dadurch einer ermöglichten kleinen Eindringtiefe der Laserstrahlung erreicht man mit dem CO<sub>2</sub>-Laser eine hohe Absorption bei Wellenlängen von  $\lambda > 2500$  nm. Häufig sind in der Praxis aber Umstände gegeben, welche die oben erwähnten Nachteile des CO<sub>2</sub>-Lasers so gravierend erscheinen lassen, daß CO<sub>2</sub>-Laser nicht immer einsetzbar sind. Die in Rede stehenden Kunststoffmaterialien enthalten insbesondere häufig Wasser, das in nebelhafter Tröpfchenform beim Schweißen verdampft und die Strahlung des CO<sub>2</sub>-Lasers erheblich stört.

Andererseits ist eine kontinuierliche Ausgangsleistung des betreffenden Lasers bevorzugt, so daß man unter den vorhandenen Lasersystemen die Festkörperlaser auswählt, also sowohl die Nd:YAG-Laser als auch die Diodenlaser. Erstere emittieren eine Wellenlänge  $\lambda$  von 1,064  $\mu$ m, und die Diodenlaser emittieren eine Wellenlänge, die etwa im Bereich von 800 - 980 nm liegt.



Man erkennt aus dem oben definierten absorbierten Anteil  $= 1 - e^{-\alpha z}$ , daß bei dem materialbedingten, festen Absorptionskoeffizienten  $\alpha$  eine Variations- und Verbesserungsmöglichkeit bei Veränderung der Absorptionslänge  $z$  besteht. Um das insbesondere bei den vorzugsweise verwendeten Diodenlasern schlechtere  $\lambda$  (Wellenlänge) auszugleichen, ist man bestrebt, die Absorptionslänge  $z$  zu vergrößern. Dies gelingt erfindungsgemäß durch das Einführen eines Einfallswinkels  $\neq 0^\circ$ . Mit anderen Worten soll die Laserstrahlung nicht senkrecht sondern schräg auf die Oberfläche des Kunststoffes auftreffen, weil dann die Absorptionslänge um ein Vielfaches vergrößert werden kann. Dadurch erreicht man wieder eine hohe Absorption, die im Bereich von 80 - 90% liegen kann. Wenn man durch richtige Auswahl der Absorptionslänge und damit richtige Auswahl des Einfallswinkels die Laserstrahlung über eine ausreichend lange Strecke in dem Kunststoffmaterial laufen lassen kann, wird die gewünschte Absorption erreicht und die für das Schmelzen erforderliche Temperatur erzeugt.

Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn erfindungsgemäß der Einfallswinkel im Bereich von  $45^\circ$  bis  $84^\circ$ , vorzugsweise im Bereich von  $75^\circ$  bis  $83^\circ$  und ganz besonders bevorzugt bei  $81^\circ$  liegt.

Die Auswahl der vorgenannten Größen für den Einfallswinkel ist keineswegs selbstverständlich. Der Fachmann wird beim Einsatz eines Lasers immer feststellen, daß die Laserstrahlung eine gewisse Austrittsöffnung hat bzw. daß der Laserstrahl einen Öffnungswinkel hat. So stellt die obere Bereichsgrenze des Einfallswinkels von  $84^\circ$  einen Maximalwert dar, weil dieser dem halben Öffnungswinkel der Laserstrahlung oder der numerischen Apertur NA entspricht. Durch die angegebenen Größen lehrt die Erfindung den Einsatz von Einfallswinkeln für die Laserstrahlung, die in der Praxis erreicht werden können und zu guten Absorptionswerten führen.

Diese recht gute Absorption wird mit den bevorzugt einzusetzenden Diodenlasern mit kontinuierlicher Ausgangsleistung erreicht. Der Kunststoff hat auch eine hohe Absorption für Wellenlängen  $\lambda < 300 \text{ nm}$ . Es gibt zwar Laser, die in diesem Wellenlängenbereich emittieren, eine ausreichende Leistung von zum Beispiel einigen Hundert Watt kann dort aber nur durch gepulste Strahlung erreicht werden, und dies schränkt die Anwendung der erfindungsgemäßen Lehre derart ein, daß die zuletzt erwähnte kleine Wellenlänge außer Betrachtung bleiben sollte.

Die Erfindung ist weiterhin vorteilhaft dadurch ausgestaltet, daß die Leistungsverteilung im Strahlquerschnitt so eingestellt wird, daß sie um den Mittelpunkt der an der Auftrittstelle abgebildeten Linie asymmetrisch ist.

Untersuchungen zeigen, daß die Energie im Strahlquerschnitt entlang der abgebildeten bzw.

fokussierten Linie an der Schweißstelle in Form einer Gauß'schen Kurve verteilt ist. Die Breite dieser Gauß'schen Kurve oder Glockenkurve hängt von der Länge der fokussierten Linie ab, die bei einer praktischen Ausführungsform 18 mm betrug. Die Leistungsverteilung im Strahlquerschnitt entspricht der Energieverteilung, die man darstellen kann, wenn man über der Koordinate entlang des Linienfokus [in mm] die Energiedichte  $E_g$  [in J/cm<sup>2</sup>] aufträgt. Das Maximum liegt in der Mitte der abgebildeten Linie, und die Gauß'sche Kurve ist gewöhnlich zu diesem Mittelpunkt symmetrisch. Für eine bestimmte Temperatur benötigt man eine bestimmte Energiedichte, die sich also durch den Wert der Koordinate ergibt. Die Höhe der Koordinate entspricht sozusagen einer Erweichungs- bzw. Fügetemperatur, bei welcher die Laminatoberflächen miteinander verschweißt werden können.

Legt man die Leistungsverteilung asymmetrisch aus, wie vorstehend bei einer zweckmäßigen Weiterbildung empfohlen wird, dann kann ortsabhängig entlang dem Linienfokus an der einen Stelle eine höhere Temperatur und im Abstand daneben eine niedrigere Temperatur zum Verschweißen erreicht werden. Dies ist für denjenigen Fall vorteilhaft, wenn zum Beispiel unterschiedliche Materialien miteinander zu verschweißen sind. Gerade bei der Herstellung einer Längssiegelnaht zur Bildung eines Verpackungstubus spielt dieses Verfahren dann eine Rolle, wenn im Inneren des Verpackungstubus ein Kantenschutzstreifen aus einer dünnen Kunststoffolie gleichzeitig mit Erstellung der Längssiegelnaht aufgeschweißt werden soll. Es versteht sich dann, daß die Laminatbahn selbst mit einem Überlapp von zum Beispiel 7,5 mm bei einer anderen Temperatur verschweißbar ist als der daneben befindliche Kunststoff-Kantenschutzstreifen. Dieser hat zwar eine Breite von 7 mm, ist aber mit einem Überstand von 3 mm auf der inneren Laminatseite aufgeschweißt, wobei auch dieser Überstand von 3 mm zusätzlich zu dem erwähnten Überlapp von 7,5 mm mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verschweißt werden soll. Im einen Falle wird ein Laminat mit einem Laminat und in dem benachbarten anderen Falle eine reine Kunststoffolie mit dem Laminat verschweißt.

Vorteilhaft ist es gemäß der Erfindung ferner, wenn die Leistungsverteilung im Strahlquerschnitt rechteckförmig ist. Diodenlaser haben eine homogene Energieverteilung, welche der besprochenen Leistungsverteilung entspricht, die sich als ein Rechteck mit gewünschter Höhe und Breite einstellen läßt. Der Prozeßwirkungsgrad ist entsprechend der erfindungsgemäßen Lehre bei der Rechteckform hoch, denn es entfallen Verluste, die sich bei der Darstellung der Energiedichte über der Koordinate des Linienfokus bei einer Gauß'schen Verteilung durch diejenigen Flächen ergeben oder darstellen lassen, welche außerhalb des Rechteckes liegen. Zum Verschweißen von Polyethylen hat es sich bei einer praktischen Ausführungsform ergeben, daß die zum Verschweißen notwendige Energiedichte bei 6 J/cm<sup>2</sup> liegt (Höhe des Rechteckes).

Zum besseren Verständnis kann man die Gauß'schen Kurven oder auch das erwähnte Rechteck als Temperaturverteilung quer zu der Schweißnaht interpretieren.

Zweckmäßig ist es gemäß der Erfindung weiterhin, wenn die Temperatur in der Fügezone, d.h. an der Schweißstelle, erfaßt und damit die Laserleistung ausgesteuert wird. Mit Vorteil kann man so die Temperatur in der Fügezone konstant halten. Das Erfassen der Temperatur kann man berührungslos mit Hilfe eines Strahlungspyrometers vornehmen. Dieses liefert ein der Temperatur proportionales Signal, und mit diesem kann man die Leistung des Lasers aussteuern.

Dabei hat es sich als weiterhin vorteilhaft erwiesen, die Laminatbahn zum Beispiel durch Heizstrahler vorzuwärmen, wobei sich bei einem speziellen Beispiel 80° C als Vorwärmtemperatur als günstig erwiesen hat. Es hat sich gezeigt, daß im Vergleich zu einer Laminatbahn mit Raumtemperatur bei einer Aufheizung auf 80° C die Laserleistung, die zum Schweißen benötigt wurde, um 25% verringert werden konnte.

Gemäß der Erfindung ist es auch günstig, wenn die Steuerung der Laserleistung mit Hilfe der Vorschubgeschwindigkeit erfolgt. Nach dieser Verfahrensvariante wird die Vorschubgeschwindigkeit aufgenommen, und mit den sich daraus ergebenden Signalen wird die Leistung der Laser gesteuert. Versuche haben je nach dem Strahleinfallswinkel Abhängigkeiten der Laserleistung von der Vorschubgeschwindigkeit ergeben. Mit Hilfe dieser Abhängigkeiten oder Beziehungen läßt sich bei einer Veränderung der Vorschubgeschwindigkeit, wie zum Beispiel beim Anfahren der Packungsmaschine, die Strahlungsleistung regeln.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den anliegenden Zeichnungen. Bei diesen zeigen:

- Figur 1      perspektivisch eine quaderförmige Flüssigkeitspackung mit teilweise herausgebrochenen Seitenwänden,
- Figur 2      eine vergrößerte, abgebrochene Querschnittsansicht, wobei die Schnittebene in Richtung der gezeigten Pfeile in Figur 1 liegt,
- Figur 3      perspektivisch den Gesamtverlauf der Materialbahn, von der Rolle bis zur hergestellten Verpackung, wobei nur wenige Teile der Maschine ohne Rahmen und Halterung dargestellt sind,
- Figur 4      perspektivisch und abgebrochen den sich bildenden Papiertubus mit ebenfalls abgebrochenem Füllrohr im Tubus und der außerhalb befindlichen Laser-

- strahlungsquelle mit Lichtleitkabel,
- Figur 5 eine Vorderansicht des Tubus der Figur 4 von der offenen Vorderseite,
- Figur 6 eine Draufsicht auf Figur 5 bzw. Figur 4,
- Figur 7 die Einzelheit des Kreises VII in Figur 6,
- Figur 8 eine Schnittdarstellung durch den Tubus der Figur 5 entlang der Linie VIII-VIII,
- Figur 9 abgebrochen die Einzelheit IX in Figur 8 in vergrößertem Maßstab,
- Figur 10 eine ähnliche Darstellung wie Figur 5 mit Blickrichtung auf den offenen Tubus,
- Figur 11 die Draufsicht auf den Tubus der Figur 10,
- Figur 12 die Einzelheit XII in Figur 11 in größerem Maßstab,
- Figur 13 die schematisch dargestellten Winkel zwischen dem Ende der Lichtleitfaser und der Auftreffstelle des Laserlichtes auf die eine Papierbahn, und
- Figur 14 ein Diagramm zur Darstellung der in die Fügestelle eingebrachten Energie.

Bei dem in den Figuren hier dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiel sollen mit Kunststoff beschichtete Materialbahnen so gefaltet und verschweißt werden, daß sich die in Figur 1 allgemein mit 1 bezeichnete quaderförmige Flüssigkeitspackung ergibt. Von den vier rechteckförmigen Seitenwänden sind die vorderen beiden Felder herausgebrochen, damit der Betrachter die Längssiegelnah 2 sieht, deren Schnittebene in Richtung der dargestellten Pfeile liegt und mit der Papierebene der Figur 2 zusammenfällt. Man erkennt in Figur 2, daß über den linken Rand 3 der innen liegenden Seitenwand 4a der Rand der außen liegenden Seitenwand 4b aufgesiegelt wird. Die Innere Oberfläche der laminatförmigen Verpackungsmaterialbahn 5 ist mit Kunststoff 6 beschichtet, zum Beispiel Polyethylen. Ein Kantenschutzstreifen 7, der zum Beispiel ebenfalls aus einer Polyethylenfolie besteht, ist auf der Innenseite der Packung in der schematisiert gezeichneten Weise der Figur 2 aufgesiegelt. Dieses Versiegeln oder Verschweißen und auch das der beiden Randbereiche der Verpackungsmaterialbahn 5 zur Bildung der Seitenwände 4a, 4b erfolgt mittels Laserstrahlung, wie nachfolgend erläutert wird.

Um die Applikationsstelle und den Zweck der Aufbringung von Schweißenergie besser verständlich zu machen, wird das teilweise an sich bekannte Herstellungssystem kurz anhand Figur 3 erläutert. Von einer Vorratsrolle 8 wird die Verpackungsmaterialbahn 5 in Förderrichtung gemäß Pfeil 9 (Förderrichtung) zunächst in eine Bearbeitungsstation geführt, bei welcher der Kantenschutzstreifen 7 an den Rand 3 der Materialbahn 5 angesiegelt wird. Nach Durchlaufen weiterer Behandlungsstationen erfolgt in der abstromseitigen Vertikalen die Bildung des Materialtubus, der hier auch Papiertubus 10 genannt ist, denn es handelt sich bei dem Trägermaterial für die zu versiegelnden oder zu verschweißenden Kunststoffe um Papier. Die Materialbahn 5 verläßt an der oberen Umlenkrolle 11 in Richtung des vertikal nach unten zeigenden Pfeiles, Förderrichtung 9', die Gestalt der ebenen Bahn, wobei über Stützrollen,

bewegliche Stützen und Formringe, die hier nicht gezeigt sind, die Bahn 5 allmählich in runde Form kommt, wie man auch in den Figuren 3 bis 5 und 10 deutlich sehen kann. Bei älteren Maschinen erfolgt die Erwärmung wenigstens eines Randes 3 über Heißluftdüsen 12, wie in Figur 3 gezeigt ist, oder im Falle der Ausführungsform nach der Erfindung direkt an der Auftreff- bzw. Fügestelle 13, bei welcher zwischen einer Druckrolle 14 und einer Gegendruckrolle 15 die zwei Bahnstücke zusammengewalzt werden, bis sie die schematisch dargestellte Verbindung gemäß Figur 2 erhalten haben.

In den offenen Schlitz des Tubus 10 wird ein Füllrohr 16 von oben nach unten in den sich bildenden Tubus gesteckt. Dadurch wird der im unteren Bereich durch die Längssiegelnaht 2 geschlossene Papiertubus 10 mit der abzufüllenden Flüssigkeit gefüllt. Nicht dargestellte Siegelbacken haben zuvor die Quersiegelnaht 17 erstellt, auf welcher die Flüssigkeit ruht, bis auf der in Förderrichtung 9' darüber im Abstand die zweite Quersiegelnaht und damit die Verpackung 1 verschlossen wird. Nach dem Abtrennen bei 18 der beidseitig verschlossenen Packung wird diese entsprechend der gebogenen Pfeile 19 auf einem Bearbeitungsrad in verschiedene Behandlungsstationen geführt, in denen die Packung 1 ausgeformt wird, um die in Figur 3 unten gezeigte Quadergestalt zu erhalten. Von dort wird die fertige Packung 1 gemäß Pfeil 20 vertikal abgeführt. Zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Verschweißen der Materialien mittels Laserstrahlung wenden wir uns jetzt den Figuren 4 bis 13 zu. Man erkennt mehr oder weniger die oben bei 21 abgebrochene und schon teilweise gekrümmte Verpackungsmaterial- oder Papierbahn 5, welche durch nicht dargestellte Rollen und Formringe bei ihrem in Förderrichtung 9' weiteren Fortschreiten zum Papiertubus 10 geformt wird. Dieser ist unten bei 22 abgebrochen. Tatsächlich muß man ihn sich im Sinne der Figur 3 bis zur Stelle 18 (Abtrennen) fortgesetzt vorstellen.

Ähnlich ist auch das Füllrohr 16 in Förderrichtung 9' oben (hinten) bei 23 und unten (in Förderrichtung 9' vorn) bei 24 abgebrochen.

Die Auftreff-, Fuge- oder Schweißstelle 13 liegt unmittelbar in dem Spalt über der Druckrolle 14 und der Gegendruckrolle 15. Hier liegen die Ränder der Seitenwände 4a und 4b das erste Mal gerade direkt übereinander, um dann dem Walzprozeß zwischen den Druckrollen 14 und 15 ausgesetzt zu werden. Deshalb erscheint zum Beispiel in der Darstellung der Figur 9 der Papiertubus 10 unterhalb des Walzenspaltes als ein Strich, während oberhalb der eine Rand der Seitenwand 4a durch den inneren, rechten Strich und entsprechend die andere Seitenwand durch den linken Strich 4b veranschaulicht ist. Dazwischen befindet sich das abstromseitige, untere Ende 25 des Lichtwellenleiters 26, der auch als Lichtleitkabel oder Glasfaserbündel bezeichnet werden kann. Dieser Lichtwellenleiter 26 verläuft von seinem abstromseitigen

unteren Ende 25 zunächst ein Stück weit entgegen der Förderrichtung 9' des Papiertubus 10 nach oben, biegt dann bei 28 in die Horizontale und noch einmal bei 27 so ab, daß er dann in die Laserstrahlungsquelle 29 gelangt. Bei dieser Quelle handelt es sich um eine nicht näher dargestellte Gruppe von nebeneinander angeordneten Diodenlasern.

In der in den Figuren 6 und 8 innerhalb der Kreise VII und IX gezeigten Bereiche befindet sich die allgemein mit 13' bezeichnete Fügezone, in welcher die Auftreffstelle 13 zwischen der Druckrolle 14 und der Gegendruckrolle 15 liegt.

In den Figuren 7 und 9 erkennt man, daß beide Druckrollen 14 und 15 um die Achsen 14a (Drehachse der Druckrolle) bzw. 15a (Drehachse der Gegendruckrolle 15) drehbar gelagert sind. Während die Drehachse 15a der Gegendruckrolle 15 stationär fest ist, ist die Drehachse 14a der Druckrolle 14 in der Halterung 30 (Figur 9) federnd vorgespannt dadurch gelagert, daß die Halterung 13 ihrerseits am Ende einer Blattfeder 31 befestigt ist, die oben etwa in der Höhe des Endes 25 des Lichtwellenleiters 26 über die Aufnahme 32 am Füllrohr 16 befestigt ist. Das Füllrohr 16 hat im Bereich der Fügezone 13' die im Querschnitt in den Figuren 8 und 9 sichtbare Ausnehmung in Form einer seichten Eindellung, um die Druckrolle 14 mit ihrer Halterung 30 beweglich in dem Ringraum zwischen dem Füllrohr 16 und dem Papiertubus 10 zu stützen.

Wenn es sich bei der Packung 1 um eine der bekannten 1-Liter Flüssigkeitsverpackungen handelt, dann kann bei einer bevorzugten Ausführungsform der Durchmesser d des Füllrohres 16 an seiner breitesten Stelle knapp 80 mm betragen. Der Durchmesser D des Tubus liegt dann unterhalb der Druckrolle 14 bei knapp 100 mm. Die Blattfeder 31 hat zwischen ihrer Aufnahme 32 und der Höhe der Drehachse 14a der Druckrolle 14 eine Länge von 5 mm bis 30 mm, vorzugsweise 10 mm bis 25 mm und ganz speziell bei einem Beispiel 18 mm. Ähnliche Länge ergibt sich zwischen der Auftreffstelle 13 der Laserstrahlung 33 (abstromseitig, unten) und dem Ende 25 des Lichtwellenleiters 26 (aufstromseitig, oben). Mit anderen Worten hängt die Lage oder Höhe des Endes 25 des Lichtwellenleiters 26 von der Art des Papiertubus 10 und damit von dem Einstrahlwinkel  $\beta$  (Figur 13) der Laserstrahlung 33 auf die Papierbahn 5 ab. In der Praxis schiebt man den Lichtwellenleiter 26 mit seinem abstromseitigen Ende 25 so weit nach unten in Richtung auf die Auftreffstelle 13 zu wie möglich, ohne daß eine Verklammerung oder störende Berührung mit den seitlichen Papierbahnen 5 erfolgt. In der Praxis hat der Winkel  $2\beta$ , unter welchem die beiden Materialbahnen 5 zueinander laufen, die Größe von etwa  $2^\circ$ .

Die Laserstrahlung 33 tritt aus dem abstromseitigen Ende 25 des Lichtwellenleiters 26 in Förderrichtung 9' der Papierbahn 5 aus und erhitzt beide aufeinanderzuwalzende Polyethylenoberflächen der Materialbahn 5. Die zur Erweichung der Polyethylenschicht erforderliche

Energie kann in der eingangs beschriebenen Weise in sehr kurzer Zeit an der Auftreffstelle 13 eingebracht werden, so daß dann die Druckwalze 14 in Wechselwirkung mit der Gegen-druckwalze 15 die beiden Bahn­ränder zusammenwalzt.

In den Figuren 7 und 12 blickt man in Förderrichtung 9' der Papierbahn 5. Man blickt innen in das offene Loch 34 des Füllrohres 16 und erkennt von diesem radial nach außen fortschreitend die innere Biegekante 16', gefolgt von der Außenwandung mit dem gleichen Radius wie von der äußeren Biegekante 16'' an nach oben.

In Figur 6 sind die verschiedenen Linien innerhalb der Bruchkante 21 der Papierbahn 5 Knicklinien, zum Beispiel die Knicklinie 35.

Der Lichtwellenleiter 26 ist bei der besonderen Ausführungsform hier als Flachfaserbündel ausgestaltet und kann eine Länge von bis zu 10 m haben, da die Verluste innerhalb des Lichtwellenleiters 26 gering sind.

Figur 13 definiert die verschiedenen Winkel. Neben dem schon erwähnten Einstrahlwinkel  $\beta$  zwischen der Achse des Laserstrahls 33, die mit der Förderrichtung 9' der Papierbahn 5 in diesem Bereich zusammenfällt, und der Papierbahn 5 erkennt man oben auch den Öffnungswinkel  $\gamma$  der Laserstrahlung 33. Der Einfallswinkel ist rechts unten mit  $\delta$  bezeichnet. Die der mit ausgezogenen Linien gezeigten Papierbahn 5 gegenüberliegende Papierbahn ist nur durch eine Linie von Doppelpunkten angedeutet. Die gestrichelte Linie 36 rechts unten in Figur 13 steht unter einem Winkel von 90° auf der Linie der Papierbahn 5.

In Figur 14 sind die oben in Verbindung mit Seite 8 beschriebenen Gauß'schen Kurven für drei unterschiedliche Strahllängen  $x$  dargestellt. Über der Koordinate entlang des Linienfokus  $x$  [mm] ist die Energiedichte  $E_s$  [J/cm²] aufgetragen. Die Fläche unter dem eingezeichneten Rechteck, symmetrisch zum Nullpunkt gezeichnet, stellt diejenige Energie dar, welche durch die Laserstrahlung 33 an der Auftreffstelle 13 zum Verschweißen eingebracht wird bzw. werden kann.

Bezugszeichenliste

1	quaderförmige Flüssigkeitspackung
2	Längssiegelnaht
3	linker Rand der Seitenwand
4a	innenliegende Seitenwand
4b	außenliegende Seitenwand
5	Verpackungsmaterialbahn
6	Kunststoffbeschichtung
7	Kantenschutzstreifen
8	Vorratsrolle
9	Pfeil (Förderrichtung)
9'	Förderrichtung
10	Papiertrubus
11	Obere Umlenkrolle
12	Heißluftdüsen
13	Auftreff-Fügestelle
13'	Fügezone
14	Druckrolle
14a	Drehachse der Druckrolle
15	Gegendruckrolle
15a	Drehachse der Gegendruckrolle
16	Füllrohr
16'	innere Biegekante
16''	äußere Biegekante
17	Quersiegelnaht
18	Abtrennen
19	gebogene Pfeile (Richtung zu den Behandlungsstationen der Packung 1)
20	Pfeil (vertikale Richtung)
21	obere Abbrechstelle der teilweise gekrümmten Materialbahn
22	untere Abbrechstelle des Papiertrubus 10
23	obere Abbrechstelle des Füllrohres
24	untere Abbrechstelle des Füllrohres
25	unteres Ende des Lichtwellenleiters
26	Lichtwellenleiter
27	Abbiegestelle des Lichtwellenleiters
28	horizontales Abbiegen des Lichtwellenleiters
29	Laserstrahlungsquelle
30	Halterung
31	Blattfeder
32	Aufnahme am Füllrohr
33	Laserstrahlung
34	offenes Loch des Füllrohres
35	Knickstelle
36	gestrichelte Linie
d	Durchmesser des Füllrohres
D	Durchmesser des Trubus
$\beta$	Einstrahlwinkel
$\gamma$	Öffnungswinkel
$\delta$	Einfallswinkel



## Patentansprüche

---

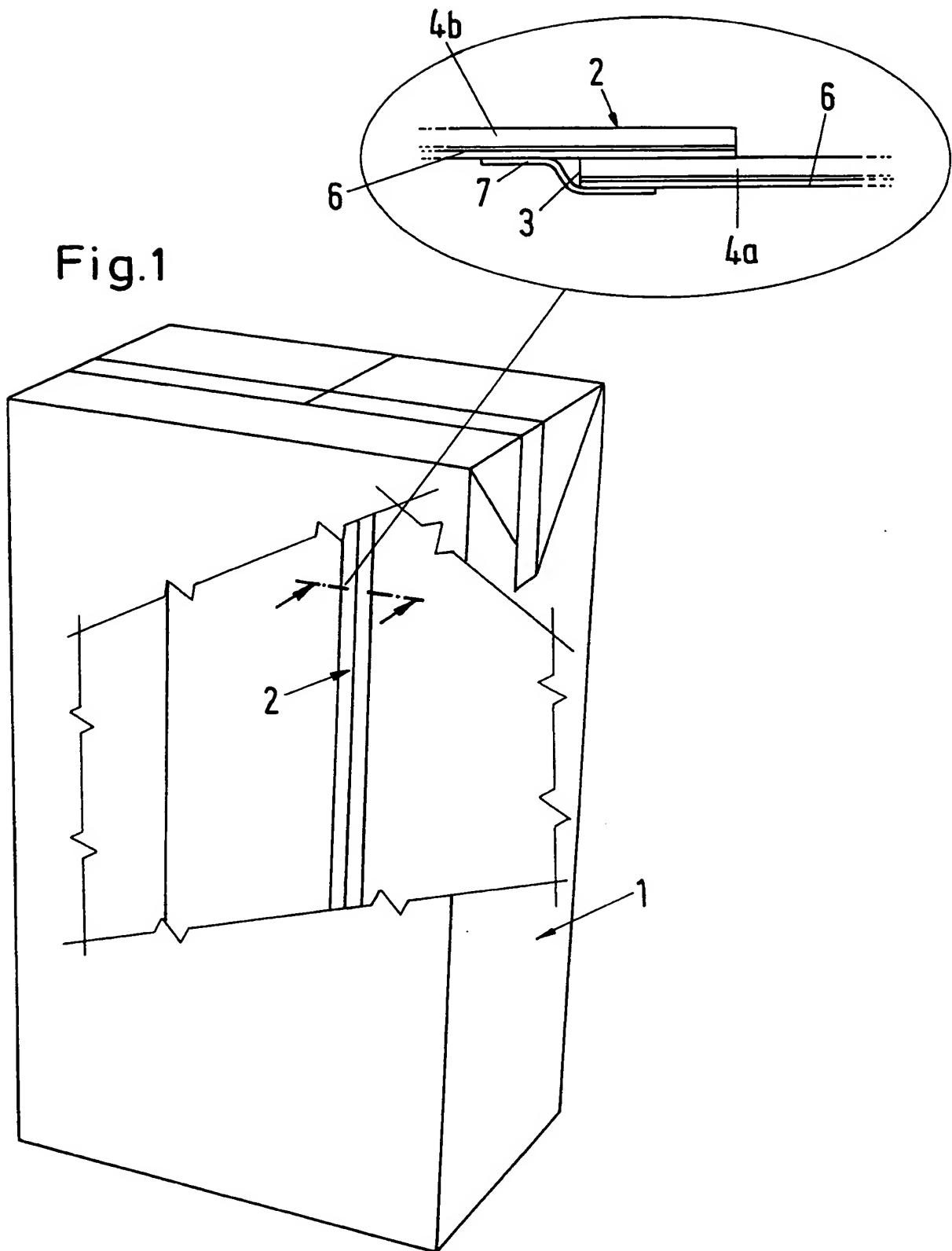
1. Verfahren zum Verschweißen von laminatförmigen Verpackungsmaterialien (4a, 4b, 5), die auf den miteinander zu verschweißenden Oberflächen Kunststoff (6) aufweisen, ohne Berührung der Oberflächen mit Schweißwerkzeugen, **dadurch gekennzeichnet, daß als Schweißenergie Laserstrahlung (33) verwendet wird.**
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung (33) eine kontinuierliche Ausgangsleistung hat und die zu verschweißenden Oberflächen als Verpackungsmaterialbahnen (4a, 4b, 5) relativ zu der ortsfesten Auftreffstelle (13) der Laserstrahlung (33) auf die wenigstens eine Materialbahn (4a, 4b, 5) bewegt werden.**
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß für die Erzeugung der Laserstrahlung (33) zum Verschweißen der Verpackungsmaterialien (4a, 4b, 5) wenigstens ein und vorzugsweise eine Gruppe von nebeneinander angeordneten Diodenlasern eingesetzt wird.**
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung (33) dem Verpackungsmaterial (4a, 4b, 5) als Freistrahls mittels fester Optik über Fenster und/oder mittels Lichtwellenleiter (26) zugeführt wird.**
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß der Laserstrahl (33) unter einem Einfallswinkel  $\delta \neq 0^\circ$  auf die wenigstens eine Oberfläche des Verpackungsmaterials (4a, 4b, 5) auftrifft.**
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß der Einfallswinkel ( $\delta$ ) im Bereich von  $45^\circ$  bis  $84^\circ$ , vorzugsweise im Bereich von  $75^\circ$  bis  $83^\circ$  und ganz besonders bevorzugt bei  $81^\circ$  liegt.**
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsverteilung im Strahlquerschnitt um den Mittelpunkt der an der Auftreffstelle (13) abgebildeten Linie asymmetrisch ist.**

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsverteilung im Strahlquerschnitt rechteckförmig ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur in der Fügezone (13') erfaßt und damit die Laserleistung ausgesteuert wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Laserleistung mit Hilfe der Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit erfolgt.

1/8

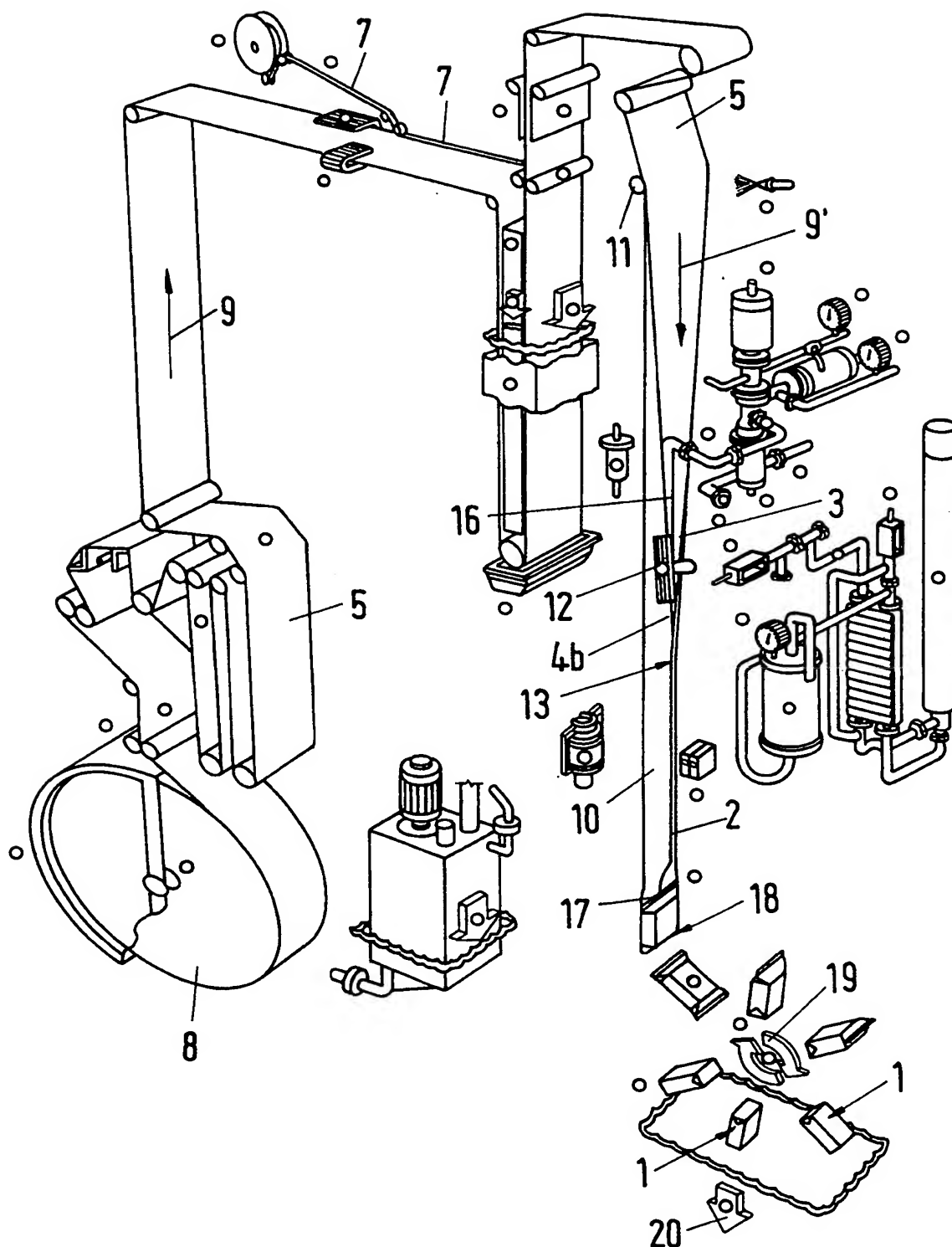
Fig. 2

Fig. 1



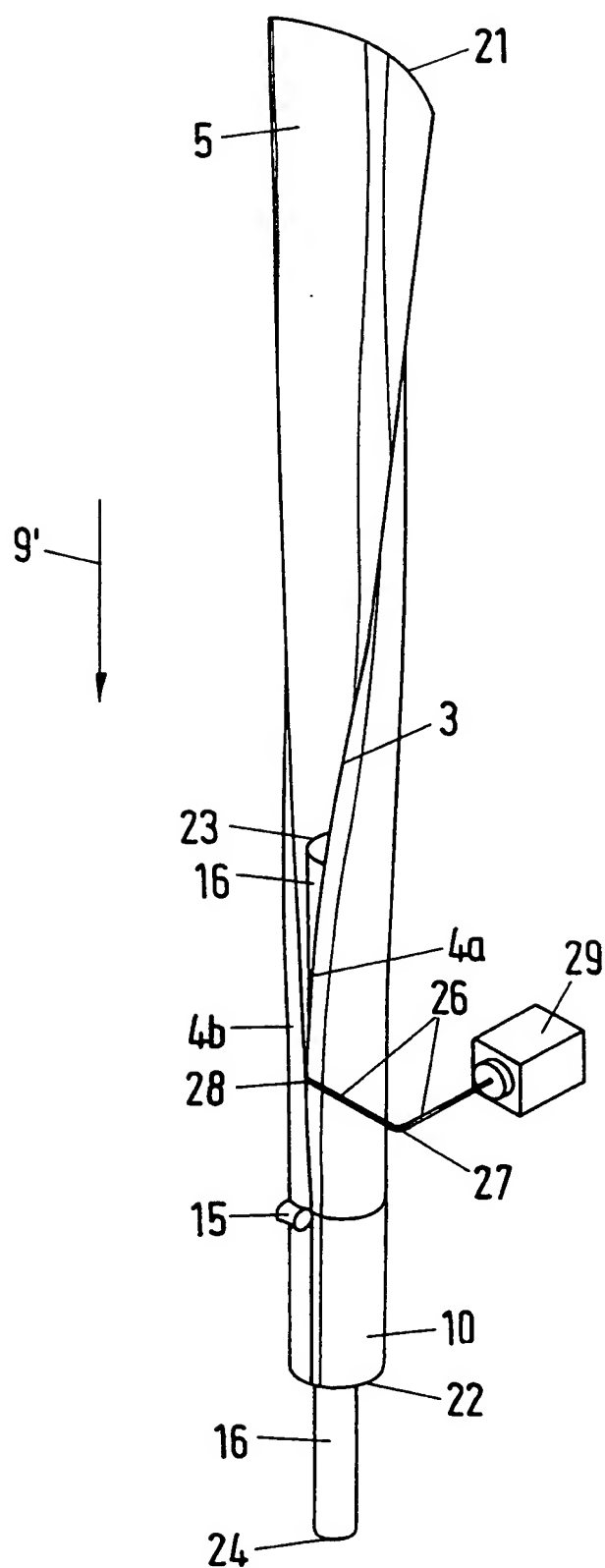
2/8

Fig. 3



3/8

Fig. 4



ERSATZBLATT (REGEL 26)

Fig. 5

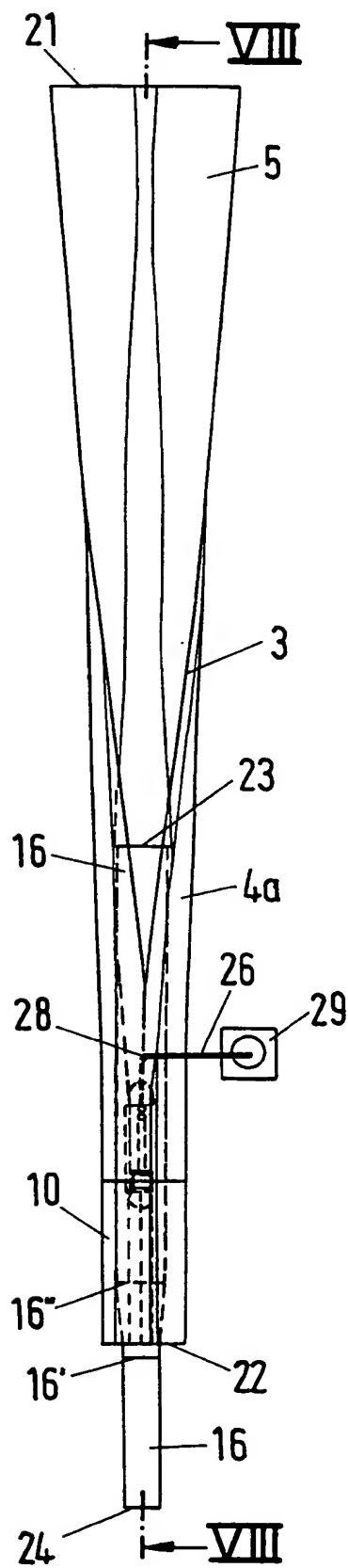


Fig. 7

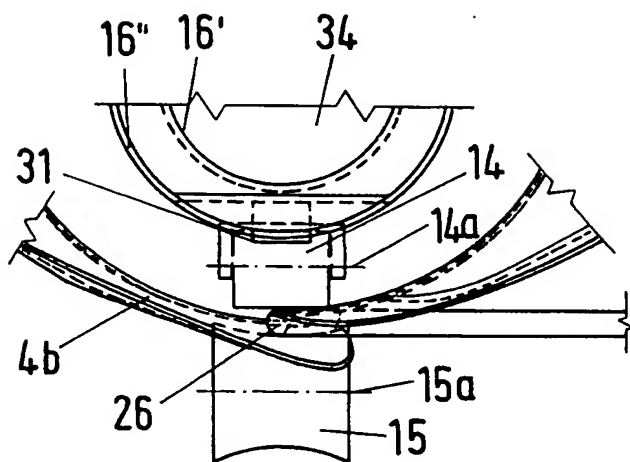


Fig. 6

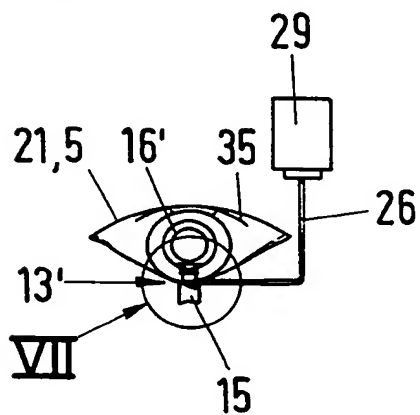


Fig. 8

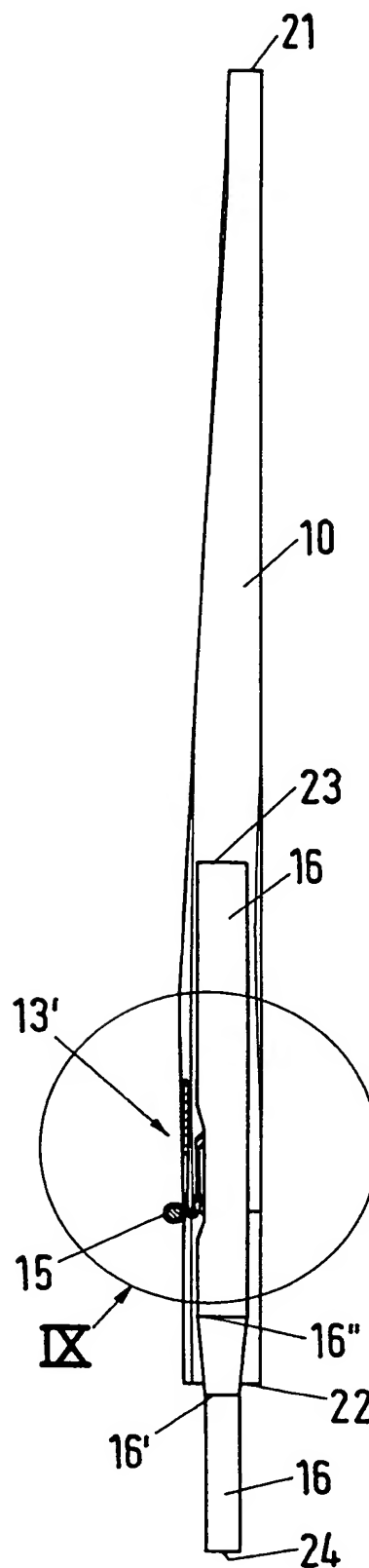
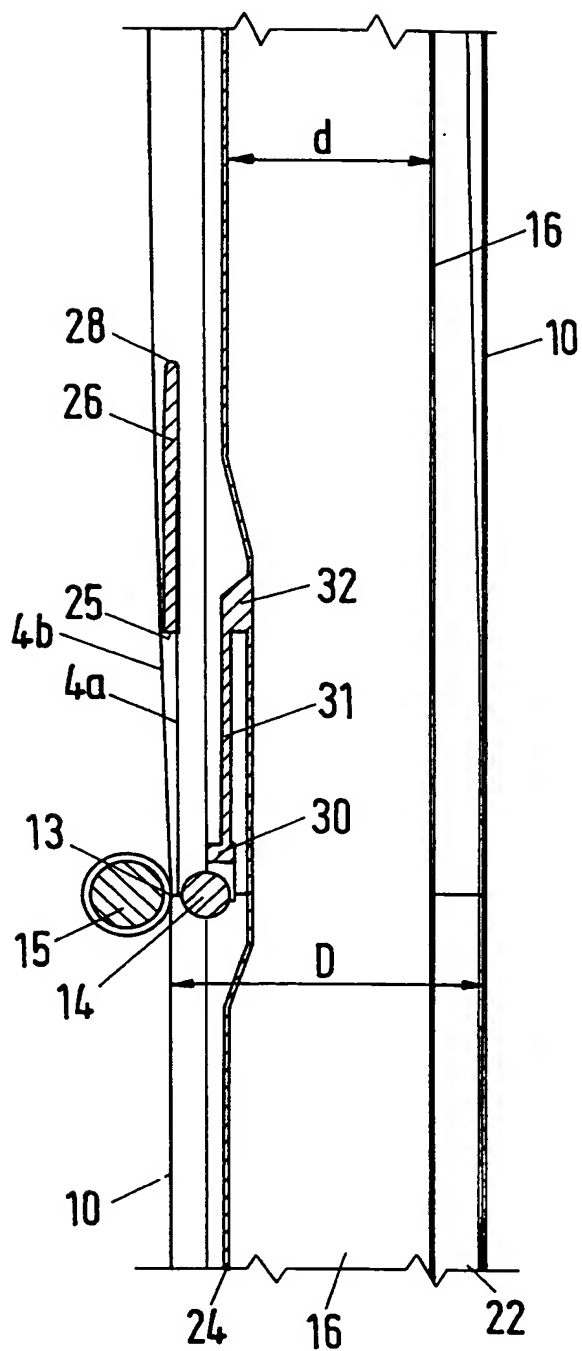


Fig. 9



6/8

Fig.10

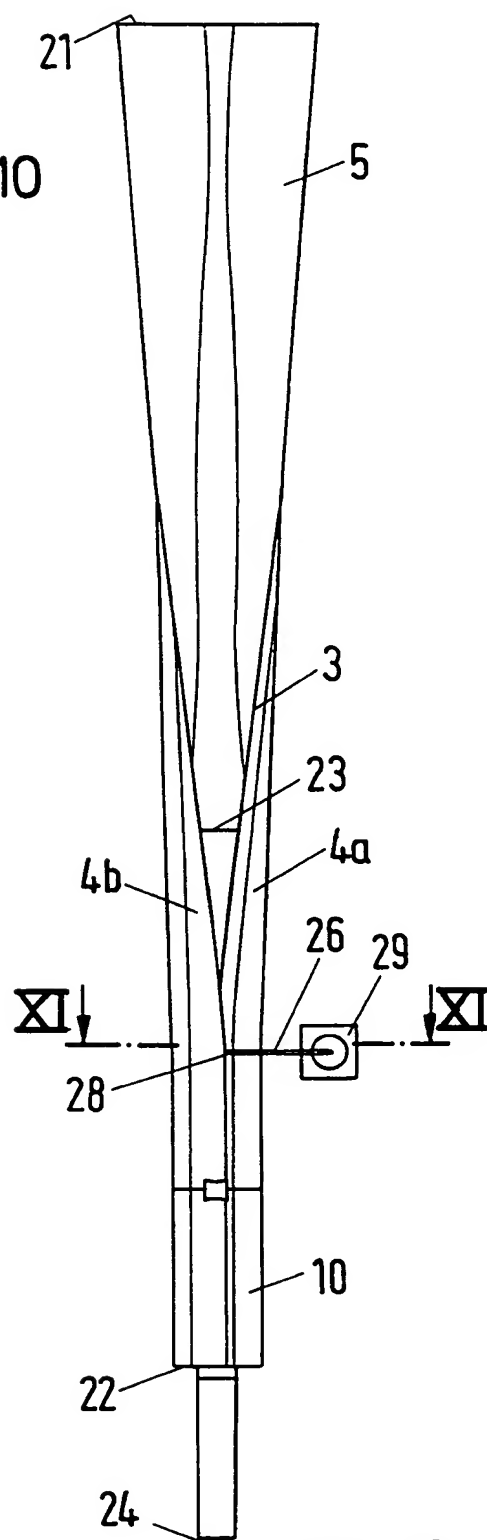


Fig.12

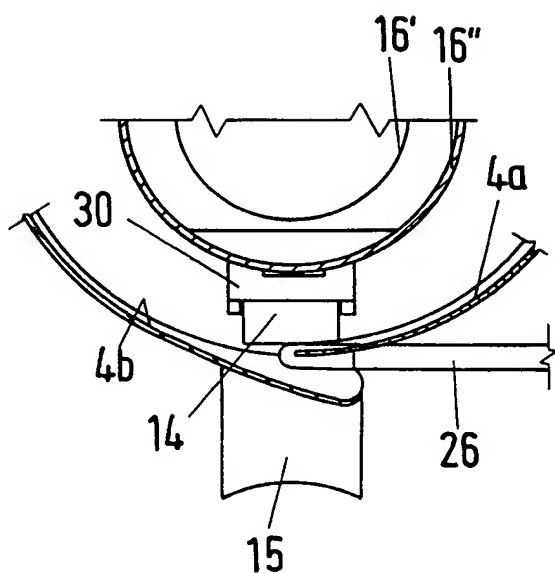


Fig.11

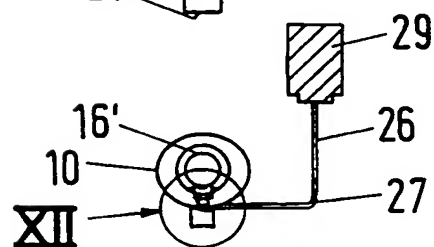




Fig. 13

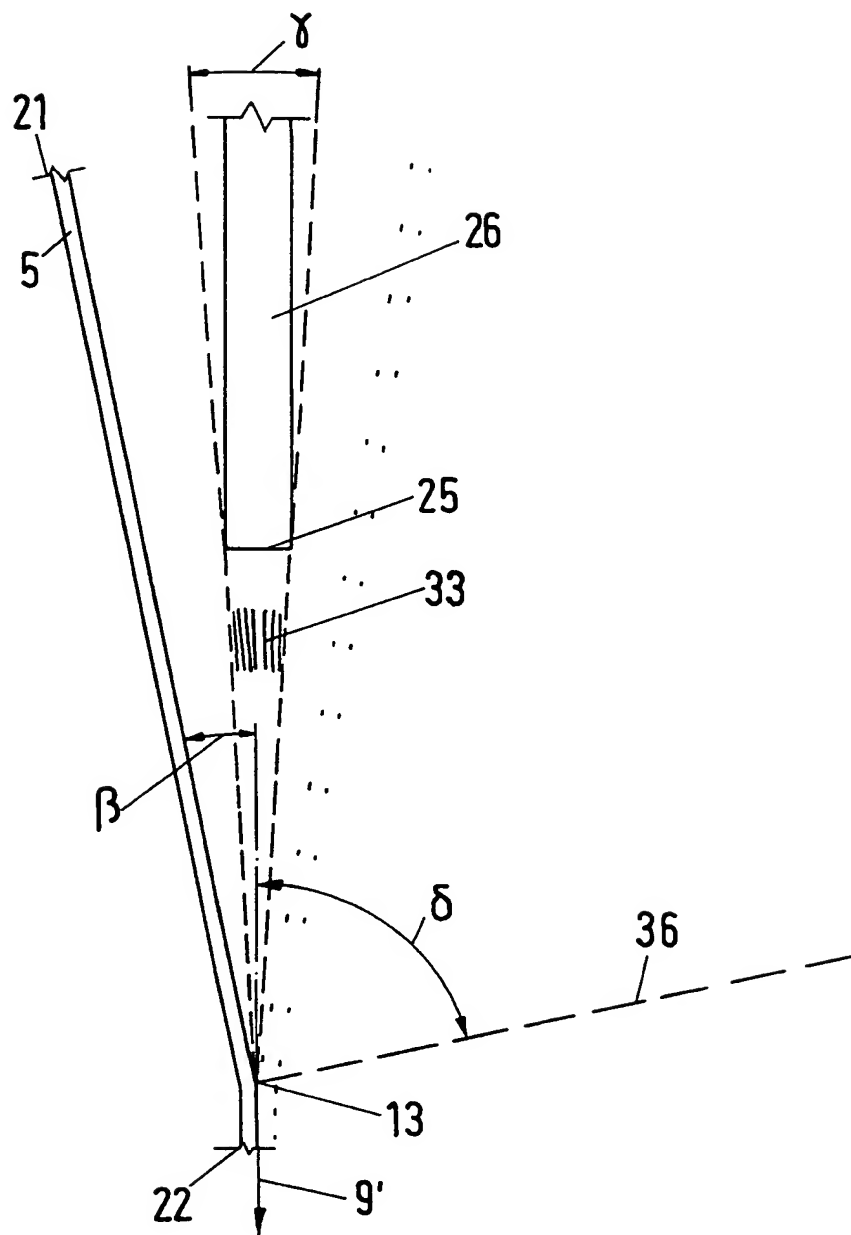
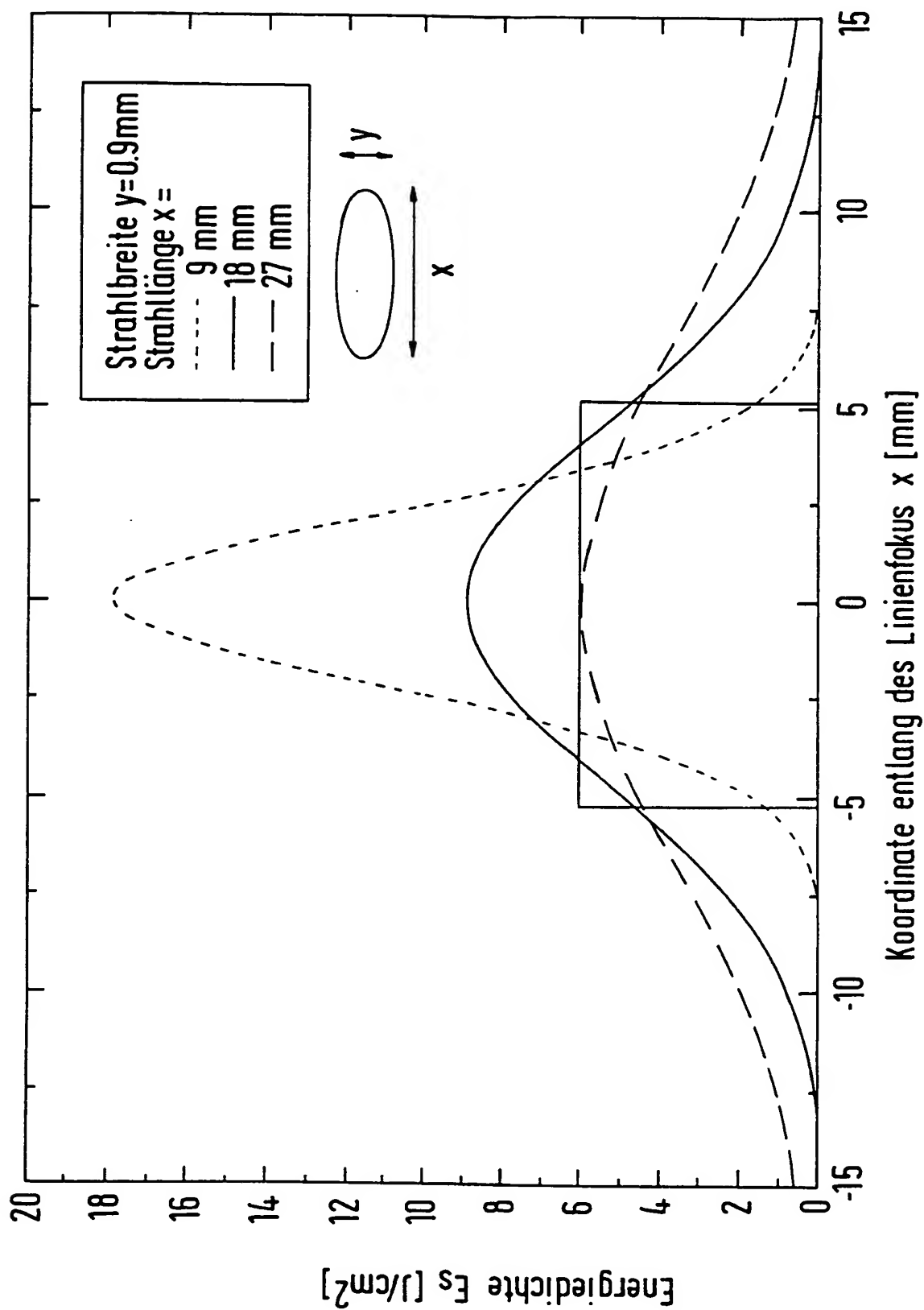


Fig. 14



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/01296

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B29C65/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 690 775 A (CALVERT BARRY GENE ET AL) 25 November 1997 see the whole document	1-10
X	EP 0 126 787 A (TJADEN JAN) 5 December 1984 see page 11, line 5 - line 21	1-10
X	WO 89 10231 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 2 November 1989 see claims 13,17; figures 1,4	1-10
X	EP 0 147 833 A (INT PAPER CO) 10 July 1985 see claims; figure 6	1-10
X	EP 0 237 192 A (ELOPAK AS) 16 September 1987 see claims; figures	1-10
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 June 1999

Date of mailing of the international search report

06/07/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cordenier, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/01296

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 44 09 255 A (ROVEMA GMBH) 21 September 1995 see claim 15; figure 19 ---	1-10
A	WO 97 47796 A (AKZO NOBEL NV ;PETERS SEBASTIAAN MARTINUS (NL); VLIET ARIE HENDRIK) 18 December 1997 see page 7, line 10 ---	3
A	EP 0 131 918 A (BINDLER MASCHF GEBR GMBH CO KG) 23 January 1985 see claim 1 ---	4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 157 (M-1236), 16 April 1992 -& JP 04 009290 A (SHARP CORP), 14 January 1992 see abstract ---	4
A	US 4 714 509 A (GRUBER MARK B) 22 December 1987 see column 1, line 28 - line 31 ---	10
A	US 4 353 770 A (KUCKHERMANN GUSTAV) 12 October 1982 see column 1, line 56 - line 61 ---	10
A	US 4 156 626 A (SOUDER JAMES J) 29 May 1979 see abstract ---	10
A	US 4 322 464 A (BECKLEY DON A) 30 March 1982 see abstract -----	9,10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/01296

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5690775 A	25-11-1997	US 5792301 A	11-08-1998
EP 0126787 A	05-12-1984	NONE	
WO 8910231 A	02-11-1989	DE 3813570 A	09-11-1989
		AU 3449889 A	24-11-1989
EP 0147833 A	10-07-1985	US 4540392 A	10-09-1985
		JP 60157842 A	19-08-1985
EP 0237192 A	16-09-1987	AT 74061 T	15-04-1992
		DE 3777676 A	30-04-1992
DE 4409255 A	21-09-1995	NONE	
WO 9747796 A	18-12-1997	NL 1003313 C	17-12-1997
		CA 2257944 A	18-12-1997
		EP 0904441 A	31-03-1999
EP 0131918 A	23-01-1985	DE 3325930 A	28-02-1985
US 4714509 A	22-12-1987	CA 1257529 A	18-07-1989
		EP 0167377 A	08-01-1986
		JP 1859166 C	27-07-1994
		JP 61019339 A	28-01-1986
US 4353770 A	12-10-1982	DE 2951597 A	09-07-1981
		DE 3046036 A	15-07-1982
		CA 1155096 A	11-10-1983
		EP 0031129 A	01-07-1981
		JP 1580003 C	13-09-1990
		JP 2006682 B	13-02-1990
		JP 56127440 A	06-10-1981
US 4156626 A	29-05-1979	NONE	
US 4322464 A	30-03-1982	US 4119481 A	10-10-1978

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. Jonaies Aktenzeichen

PCT/EP 99/01296

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 B29C65/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 690 775 A (CALVERT BARRY GENE ET AL) 25. November 1997 siehe das ganze Dokument ---	1-10
X	EP 0 126 787 A (TJADEN JAN) 5. Dezember 1984 siehe Seite 11, Zeile 5 - Zeile 21 ---	1-10
X	WO 89 10231 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 2. November 1989 siehe Ansprüche 13,17; Abbildungen 1,4 ---	1-10
X	EP 0 147 833 A (INT PAPER CO) 10. Juli 1985 siehe Ansprüche; Abbildung 6 ---	1-10
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Juni 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/07/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cordenier, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. donales Aktenzeichen

PCT/EP 99/01296

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 237 192 A (ELOPAK AS) 16. September 1987 siehe Ansprüche: Abbildungen ---	1-10
X	DE 44 09 255 A (ROVEMA GMBH) 21. September 1995 siehe Anspruch 15: Abbildung 19 ---	1-10
A	WO 97 47796 A (AKZO NOBEL NV ;PETERS SEBASTIAAN MARTINUS (NL); VLIET ARIE HENDRIK) 18. Dezember 1997 siehe Seite 7, Zeile 10 ---	3
A	EP 0 131 918 A (BINDLER MASCHF GEBR GMBH CO KG) 23. Januar 1985 siehe Anspruch 1 ---	4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 157 (M-1236), 16. April 1992 -& JP 04 009290 A (SHARP CORP), 14. Januar 1992 siehe Zusammenfassung ---	4
A	US 4 714 509 A (GRUBER MARK B) 22. Dezember 1987 siehe Spalte 1, Zeile 28 - Zeile 31 ---	10
A	US 4 353 770 A (KUCKHERMANN GUSTAV) 12. Oktober 1982 siehe Spalte 1, Zeile 56 - Zeile 61 ---	10
A	US 4 156 626 A (SOUDER JAMES J) 29. Mai 1979 siehe Zusammenfassung ---	10
A	US 4 322 464 A (BECKLEY DON A) 30. März 1982 siehe Zusammenfassung -----	9,10

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inte. nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/01296

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5690775 A	25-11-1997	US 5792301 A	11-08-1998
EP 0126787 A	05-12-1984	KEINE	
WO 8910231 A	02-11-1989	DE 3813570 A	09-11-1989
		AU 3449889 A	24-11-1989
EP 0147833 A	10-07-1985	US 4540392 A	10-09-1985
		JP 60157842 A	19-08-1985
EP 0237192 A	16-09-1987	AT 74061 T	15-04-1992
		DE 3777676 A	30-04-1992
DE 4409255 A	21-09-1995	KEINE	
WO 9747796 A	18-12-1997	NL 1003313 C	17-12-1997
		CA 2257944 A	18-12-1997
		EP 0904441 A	31-03-1999
EP 0131918 A	23-01-1985	DE 3325930 A	28-02-1985
US 4714509 A	22-12-1987	CA 1257529 A	18-07-1989
		EP 0167377 A	08-01-1986
		JP 1859166 C	27-07-1994
		JP 61019339 A	28-01-1986
US 4353770 A	12-10-1982	DE 2951597 A	09-07-1981
		DE 3046036 A	15-07-1982
		CA 1155096 A	11-10-1983
		EP 0031129 A	01-07-1981
		JP 1580003 C	13-09-1990
		JP 2006682 B	13-02-1990
		JP 56127440 A	06-10-1981
US 4156626 A	29-05-1979	KEINE	
US 4322464 A	30-03-1982	US 4119481 A	10-10-1978